

V-23 反応性骨材を含有するコンクリートに対する再アルカリ化工法の適用

徳島大学大学院 学生会員 ○山口圭亮
 徳島大学 正会員 上田隆雄
 電気化学工業 正会員 芦田公伸
 京都大学大学院 フェロー 宮川豊章

1. はじめに

中性化により劣化したコンクリート構造物に対して電気化学的補修工法である再アルカリ化工法を適用する場合には、電解液として Na_2CO_3 溶液が主として用いられてきた。これに対して、デサリネーションで用いられることが多いリチウム系溶液は、pH の保持性が高く、アルカリ骨材反応によるコンクリートの膨張抑制効果が期待できるという利点を有している。そこで本研究は、コンクリートの中性化程度や、通電処理適用時期がコンクリートの ASR 膨張に与える影響も含めて、反応性骨材を含むコンクリートに Li_3BO_3 溶液を電解液とした再アルカリ化工法の適用性を検討した。

2. 実験概要

供試体の概略図を図-1に示す。供試体は $100 \times 100 \times 200 \text{ mm}$ の角柱コンクリートの中央に丸鋼 (SR235) $\phi 13 \text{ mm}$ を一本配したものとし、コンクリート中の R_2O が 10.0 kg/m^3 となるように NaOH で調整した。すべての供試体は 28 日間の封緘養生を行い、その後に以下の 3 条件を設定した。①養生終了直後に通電処理を行うもの（促進無しシリーズ）②養生終了後 3 ヶ月間促進 ASR 環境（温度 40°C 、相対湿度 95%）に静置した後に、通電処理を行うもの（促進 ASR シリーズ）③養生終了後 3 ヶ月間促進中性化環境に静置した後に、通電処理を行うもの（促進中性化シリーズ）

また、通電方法は、電解液として Na_2CO_3 (1N) 溶液と Li_3BO_3 (1.5N) 溶液を用い、通電は 1 面として、2 週間の通電処理を行った。すべての供試体は処理終了後に、促進 ASR 環境に静置し、定期的にコンクリートの膨張率を測定した。さらに Na^+ 、 K^+ 、 Li^+ の供試体中濃度分布状況を測定した。

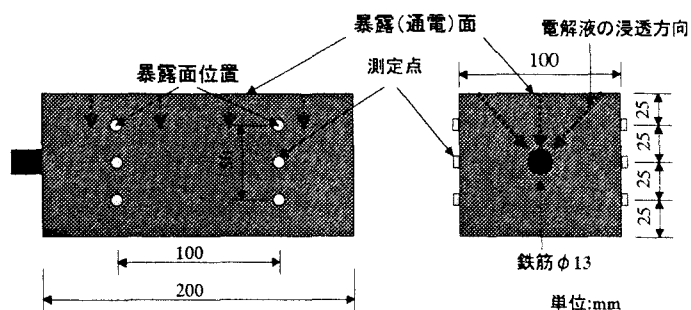


図-1 供試体概略図

3. 結果および考察

全シリーズの化学分析による R_2O 量分布を図-2、 Li/Na モル比分布を図-3に、供試体の暴露面付近位置でのコンクリート膨張率経時変化を図-4に示す。図-2より、全シリーズにおいて電解液として Na_2CO_3 溶液を用いた場合には鉄筋近傍に比べて暴露面に多量の Na^+ が集積し、 Li_3BO_3

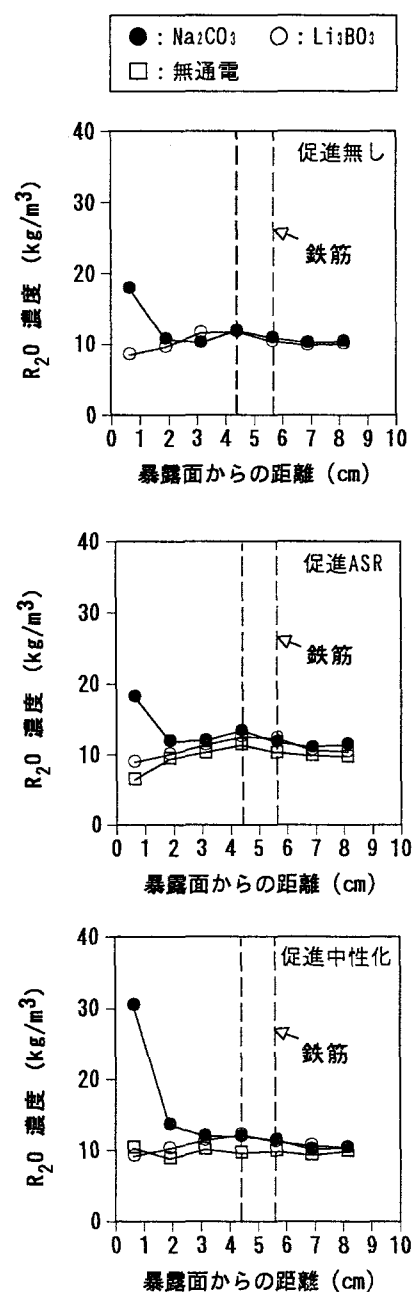


図-2 Na^+ の濃度分布

溶液を用いた場合については暴露面に比べて鉄筋近傍に Na^+ が集積している。これは、 Na_2CO_3 溶液を用いた供試体は、電解液からの Na^+ の供給が大きいために暴露面に Na^+ が集積したのに対して、 Li_3BO_3 溶液を用いた供試体は電解液からの Na^+ の供給はなく、通電処理前からコンクリート中に存在する Na^+ の電気泳動による鉄筋近傍への移動のみであったことが原因と考えられる。また、促進中性化シリーズの Na_2CO_3 溶液を用いた供試体において、暴露面付近に着目すると、他の条件と比較して R_2O 量が大きな値となっていることがわかる。これは、3ヶ月間促進中性化環境によりコンクリート中が乾燥状態になり、通電処理による電解液の吸収量が大きかったためであると考えられる。無通電の供試体は通電処理の影響がないために、平均的に 6.0kg/m^3 程度の Na^+ が検出されているが、促進ASRシリーズについては、高温多湿環境に3ヶ月間静置した影響で、暴露面付近の Na^+ が若干溶出している。

Li/Na モル比の値は、1.0以上であることが、アルカリ骨材反応によるコンクリート膨張を抑制することのできる目安と考えられる。図-3によると、促進無しシリーズおよび促進ASRシリーズでは、 Li/Na モル比が1.0を超えているのは暴露面からの距離が1cmから2cm程度に、促進中性化シリーズにおいては、1cmから3cmに限定されており、どのシリーズも鉄筋近傍では1.0以下の小さい値にとどまっている。しかし、通電処理終了後は、暴露面付近に集積した Li^+ が濃度拡散により鉄筋方向に移動することが考えられるため、長期的には鉄筋近傍においてもコンクリート膨張を抑制する効果が期待できるものと考えられる。

図-4によると、促進無しシリーズで電解液として Na_2CO_3 溶液を用いた供試体と、 Li_3BO_3 溶液を用いた供試体を比較すると、 Li_3BO_3 溶液を用いた供試体の方がコンクリート膨張率が小さいことがわかる。これは、化学分析結果でも示したように、特に暴露面付近では、通電処理により電解液からコンクリート中に浸透する Na^+ や Li^+ 量が大きいために、 Na_2CO_3 溶液を用いた場合にはコンクリート中の R_2O 量が増大し、 Li_3BO_3 溶液を用いた場合にはコンクリート中の R_2O 量が抑制される一方で Li^+ 濃度が大きくなり、 Li/Na モル比が大きくなることで、コンクリート膨張率に差が生じたものと考えられる。また、すべての供試体にひび割れが発生した。促進ASRシリーズも同様の傾向がみられ、 Li_3BO_3 溶液を用いた供試体は、処理後の膨張率は顕著に抑制されており、すべての供試体にひび割れ発生が見られた。促進中性化シリーズにおいては、電解液によるコンクリート膨張に顕著な違いは見られないものの、養生終了時からの積算膨張率は他のシリーズよりも小さく、供試体にひび割れ発生は見られなかった。このことから、コンクリートの中性化により、細孔溶液のpHが低下し、コンクリート中のASR活性度が低下したことが考えられる。通常、再アルカリ化工法は中性化したコンクリートに対して適用されるため、本実験の結果からは、たとえコンクリートが反応性骨材を含んでいたとしても、再アルカリ化工法の適用によってASR膨張が著しく促進される可能性は小さいものと考えられる。

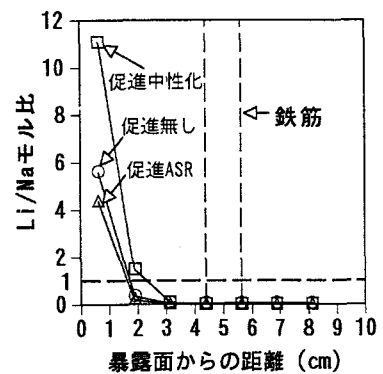


図-3 Li/Na モル比分布

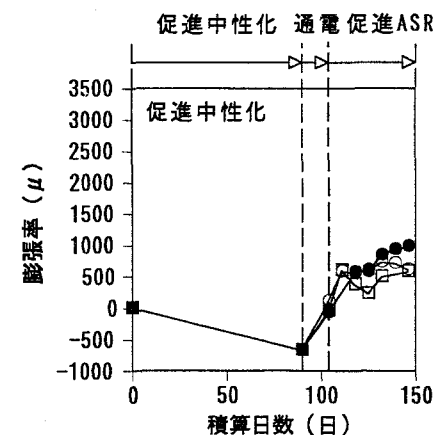
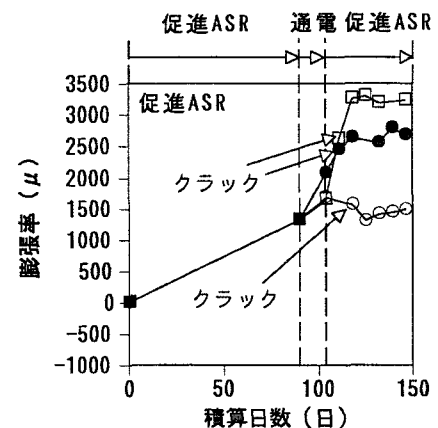
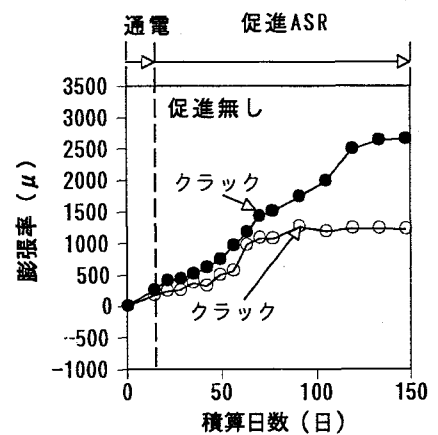


図-4 コンクリート膨張率経時変化 (暴露面付近)